

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-238142

(43) 公開日 平成9年(1997)9月9日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 12/28		9466-5K	H 0 4 L 11/20	G
12/46			H 0 4 Q 3/00	
12/56			H 0 4 L 11/00	3 1 0 C
H 0 4 Q 3/00		9466-5K	11/20	1 0 2 C

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-43542

(22) 出願日 平成8年(1996)2月29日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 大和 克己

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

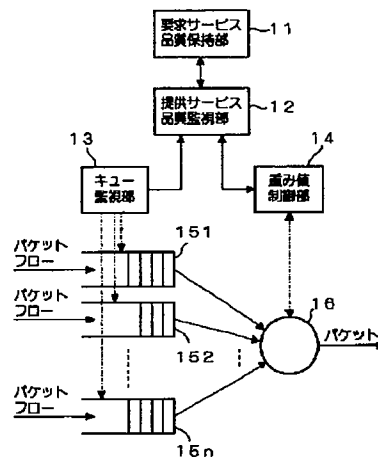
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

## (54) 【発明の名称】 網リソース割り当て方法及び装置

## (57) 【要約】

【課題】 全フロー又はフローの組に対し各フローまたはフローの組が要求するサービス品質を確実に提供できる網リソース割り当て方法を提供すること。

【解決手段】 パケット転送装置にて確保される網リソースを転送パケット内のパケット識別子を基に分類されるフロー又はフローの組毎に論理的に割当て、パケットを転送する際には、該パケットの属するフロー又はフローの組に対し割当てられた網リソース量のみを使用する方法であって、全フロー又はフローの組について現在割当てられている網リソース量により該フロー又はフローの組が被るサービス品質と該フロー又はフローの組に予め要求されたサービス品質との間の差分を求め、この差分を全フロー又はフローの組において減少させるように各フロー又はフローの組に対する網リソース量の割当てを変更させることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】通信情報が細分化された一包みの単位であるパケットを転送するパケット転送装置にて網リソースの割り当てを行う網リソース割り当て方法であって、パケット転送のために提供可能な網リソースを、各パケット内に記されているパケット識別子に基づき分類されるフローまたはフローの組毎に、該フローまたはフローの組に属するパケットを転送するために使用する所定量づつ論理的に割り当て、各フローまたはフローの組について、現在割り当てられている網リソース量により該フローまたはフローの組が被るサービス品質と、該フローまたはフローの組があらかじめ要求しているサービス品質との間の差分を求め、この差分を各フローまたはフローの組において減少させるように、各フローまたはフローの組に対する網リソース量の割り当てを変更することを特徴とする網リソース割り当て方法。

【請求項2】前記各フローまたはフローの組に対する網リソース量の変更は、現在被っているサービス品質があらかじめ要求しているサービス品質を満足しないフローまたはフローの組に対しては網リソース量を増加し、現在被っているサービス品質があらかじめ要求しているサービス品質を満足するフローまたはフローの組に対しては網リソース量を減少するものであることを特徴とする請求項1に記載の網リソース割り当て方法。

【請求項3】網リソース量を増加させるフローまたはフローの組に対する増加量を該フローまたはフローの組全てにおいて均一値 $a$ とし、網リソース量を減少させるフローまたはフローの組に対する減少量を該フローまたはフローの組全てにおいて均一値 $b$ とし、網リソースを増加させるフローまたはフローの組の数を $m1$ とし、網リソースを減少させるフローまたはフローの組の数を $m2$ とした場合に、前記均一値 $a$ および前記均一値 $b$ を、 $a \times m1 = b \times m2$ が成立するように選択することを特徴とする請求項2に記載の網リソース割り当て方法。

【請求項4】現在割り当てられている網リソース量により前記フローまたはフローの組 $x$ が被るサービス品質を $Q_x$ とし、前記フローまたはフローの組 $x$ があらかじめ要求しているサービス品質を $R_x$ とし、網リソース量を増加させるフローまたはフローの組 $j$ に対する増加量を $c \times (R_j - Q_j)$ とし( $c$ は均一値)、網リソース量を減少させるフローまたはフローの組 $k$ に対する減少量を $d \times (Q_k - R_k)$ とし( $d$ は均一値)、前記網リソース量を増加させるフローまたはフローの組についての総和を $\Sigma_j$ とし、前記網リソース量を減少させるフローまたはフローの組についての総和を $\Sigma_k$ とした場合に、前記均一値 $c$ および前記均一値 $d$ を、

$c \times \Sigma_j (R_j - Q_j) = d \times \Sigma_k (Q_k - R_k)$ が成立するように選択することを特徴とする請求項2に記載の網リソース割り当て方法。

【請求項5】通信情報が細分化された一包みの単位であるパケットを転送するパケット転送装置にて網リソースの割り当てを行う網リソース割り当て方法であって、パケット転送のために提供可能な網リソースを、各パケット内に記されているパケット識別子に基づき分類されるフローまたはフローの組毎に、該フローまたはフローの組に属するパケットを転送するために使用する所定量づつ論理的に割り当て、

サービス品質を相対的な優劣を示す情報にて要求している各フローまたはフローの組のうち、現在割り当てられている網リソース量により被るサービス品質の優劣関係と、あらかじめ要求しているサービス品質の優劣関係との間に相違が生じているものが存在する場合には、あらかじめ要求しているサービス品質の優劣関係が成り立つように、該当するフローまたはフローの組に対する網リソース量の割り当てを変更することを特徴とする網リソース割り当て方法。

【請求項6】前記サービス品質としては、該サービス品質を要求する前記フローまたはフローの組が被るべきサービスのレベルを論理的に示す値が用いられるものであり、

前記各フローまたはフローの組に対する網リソース量の変更は、各レベルに属する各フローまたはフローの組について現在割り当てられている網リソース量により被るサービス品質を求め、互いに異なるレベルに属する各フローまたはフローの組において、より優れたサービス品質を要求する第一のレベルに属するフローまたはフローの組が被るサービス品質のうち少なくとも一つの品質が、該第一のレベルよりも劣ったサービス品質を要求する第二のレベルに属するフローまたはフローの組のいずれかが被るサービス品質に比べ劣ったものである場合は、該第一のレベルに属するフローまたはフローの組に対し割り当てられている網リソース量を増加し、該第二のレベルに属するフローまたはフローの組に対し割り当てられている網リソース量を減少するものであることを特徴とする請求項5に記載の網リソース割り当て方法。

【請求項7】網リソース量を増加させる前記第一のレベルに属するフローまたはフローの組に対する増加量を該フローまたはフローの組全てにおいて均一値 $\alpha$ とし、網リソース量を減少させる前記第二のレベルに属するフローまたはフローの組に対する減少量を該フローまたはフローの組全てにおいて均一値 $\beta$ とし、網リソースを増加させるフローまたはフローの組の数を $n1$ とし、網リソースを減少させるフローまたはフローの組の数を $n2$ とした場合に、前記均一値 $\alpha$ および前記均一値 $\beta$ を、 $\alpha \times n1 = \beta \times n2$ が成立するように選択することを特徴とする請求項6に記載の網リソース割り当て方法。

【請求項8】現在割り当てられている網リソース量により前記フローまたはフローの組 $x$ が被るサービス品質を $Q_x$ とし、前記第一のレベルに属するフローまたはフロ

一の組において被るサービス品質のうち最悪のサービス品質を  $Q_{1min}$  とし、前記第二のレベルに属するフローまたはフローの組において被るサービス品質のうち最良のサービス品質を  $Q_{2max}$  とし、網リソース量を増加させる前記第一のレベルに属するフローまたはフローの組  $s$  に対する増加量を  $\gamma \times (Q_{2max} - Q_s)$  とし ( $\gamma$  は均一値)、網リソース量を減少させる前記第二のレベルに属するフローまたはフローの組  $t$  に対する減少量を  $\delta \times (Q_t - Q_{1min})$  とし ( $\delta$  は均一値)、網リソース量を増加させるフローまたはフローの組についての総和を  $\Sigma_s$  とし、網リソース量を減少させるフローまたはフローの組についての総和を  $\Sigma_t$  とした場合、前記均一値  $\gamma$  および前記均一値  $\delta$  を、 $\gamma \times \Sigma_s \cdot (Q_{2max} - Q_s) = \delta \times \Sigma_t \cdot (Q_t - Q_{1min})$

が成立するように選択することを特徴とする請求項6に記載の網リソース割り当て方法。

【請求項9】通信情報が細分化された一包みの単位であるパケットの転送のために提供可能な網リソースを、各パケット内に記されているパケット識別子に基づき分類されるフローまたはフローの組毎に、該フローまたはフローの組に属するパケットを転送するために使用する所定量づつ論理的に割り当てる手段と、

各フローまたはフローの組があらかじめ要求しているサービス品質もしくはその相対的な優劣関係を保持する手段と、

該フローまたはフローの組について、現在割り当てられている網リソース量により該フローまたはフローの組が被るサービス品質もしくはその相対的な優劣関係が前記保持する手段の保持内容を満足するものであるか否かを監視する手段とを備え、

前記割り当てる手段は、前記監視する手段の監視結果に基づいて網リソース量の割り当てを変更するものであることを特徴とする網リソース割り当て装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パケット転送装置にて確保される網リソースをフロー単位またはフローの組単位に論理的に割り当てる網リソース割り当て方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ATM (非同期転送モード; Asynchronous Transfer Mode) 通信網におけるセルと呼ばれる固定長のパケット、またはインターネットを用いた通信を行う際に用いられるIP (Internet Protocol) レベルにおいて定義されるパケット (可変長) 等の転送に際して、該パケットを送受信するユーザより、パケット転送に対するサービス品質の要求がなされた場合、通信網はこれらの要求品質を満足するようなパケットの転送を提供することが望まれる。ここで、サービス品質とは、例

えば任意のパケットが被る転送速度、最大/平均転送遅延といった絶対的な品質、あるいはサービスレベルと呼ばれる他のパケットが被る品質と比較した際の相対的な品質を表す。

【0003】これらの要求サービス品質を提供するために通信網において必須となるパケット転送のスケジューリングアルゴリズムがいくつか検討されている。例えば、到着時間の古いパケットから転送するFIFO (First In First Out) と呼ばれるポリシーに基づく待ち行列モデルに従ったパケットバッファを保持するパケット転送部において、該パケット転送部がサービスを行うパケットの属するフロー (場合によってはフローの組) 毎にあらかじめ優先権を割り当てておき、到着時間に関係なく優先権の高いフローに属するパケットから転送するというパケット転送方式がある (例えば、L. Kleinrock: "Queueing Systems, Volume II", Wiley-Interscience社)。また、各フローに対して重みづけを行い、パケット転送部に到着した各パケットは、該パケットが属するフローに対して割り当てられた重みに比例して被る転送サービス頻度が決定されるというWFQ (Weighted Fair Queueing) 方式も考えられている (例えば、D. D. Clark、他: "Supporting Real-Time Applications in an Integrated Services Packet Network: Architecture and Mechanism", ACM SIGCOMM '92)。WFQ方式では、上記重みに相当する帯域が各フローに固定的に割り当てられるため、該帯域にて提供可能なサービスを各フローに属するパケットに対して行うことが可能である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した優先権に基づくパケット転送方式では、優先権の低いフロー (あるいはフローの組) に対しては、パケット転送の機会が稀にしか与えられず、その結果、優先権の低いフローに対する品質保証を行うための制御を上記優先権制御に加えて提供する必要があると考えられる。また、上記のWFQに基づくパケット転送方式では、各フローに割り当てる重みに従い被るサービス品質が当初予期していたサービス品質と異なる可能性もあり、その結果、このような事象に柔軟に対処することにより、要求サービス品質を常に満たすような動的な制御が必要であると考えられる。

【0005】本発明は、上記事情を考慮してなされたものであり、全てのフローまたはフローの組に対して、各フローまたはフローの組が要求するサービス品質を確実に提供できるようにするための網リソース割り当て方法及び装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明 (請求項1) は、通信情報が細分化された一包みの単位であるパケット (例えば、ATMセル、IPパケット) を転送するパケット転送装置にて網リソース (例えば、パケット転送速

度)の割り当てを行う網リソース割り当て方法であって、パケット転送のために提供可能な網リソースを、各パケット内に記されているパケット識別子に基づき分類されるフローまたはフローの組毎に、該フローまたはフローの組に属するパケットを転送するために使用する所定量づつ論理的に割り当て、各フローまたはフローの組について、現在割り当てられている網リソース量により該フローまたはフローの組(x)が被るサービス品質( $Q_x$ )と、該フローまたはフローの組(x)があらかじめ要求しているサービス品質( $R_x$ )との間の差分を求め、この差分( $|R_x - Q_x|$ )を各フローまたはフローの組において減少させるように、各フローまたはフローの組に対する網リソース量の割り当てを変更することを特徴とする。

【0007】上記の各フローまたはフローの組に対する網リソース量の割り当ての変更は、動的に、例えば所定のタイミングで繰返し行うことが望ましい。パケット識別子は、例えば、ATM通信方式におけるVPI/VC I(仮想パス/チャネル識別子)、あるいはIPプロトコル(バージョンIPv6)におけるフローラベルとソースアドレスの組等を用いる。

【0008】フローの組とは、例えば、同一のサービス品質を要求する複数のフローを、1つの組として取り纏めたものであり、この場合、フローの組に対して網リソースが割り当てられる。

【0009】本発明によれば、サービス品質として転送速度あるいは最大/平均転送遅延等の絶対的な品質を用いる各フローまたはフローの組に対し、夫々が要求するサービス品質を確実に満足させるようなパケット転送を提供することが可能となる。

【0010】本発明(請求項2)は、請求項1において、前記各フローまたはフローの組に対する網リソース量の変更は、現在被っているサービス品質があらかじめ要求しているサービス品質を満足しないフローまたはフローの組に対しては網リソース量を増加し、現在被っているサービス品質があらかじめ要求しているサービス品質を満足するフローまたはフローの組に対しては網リソース量を減少するものであることを特徴とする。

【0011】本発明(請求項3)は、請求項2において、網リソース量を増加させるフローまたはフローの組に対する増加量を該フローまたはフローの組全てにおいて均一値aとし、網リソース量を減少させるフローまたはフローの組に対する減少量を該フローまたはフローの組全てにおいて均一値bとし、網リソースを増加させるフローまたはフローの組の数をm1とし、網リソースを減少させるフローまたはフローの組の数をm2とした場合に、前記均一値aおよび前記均一値bを、 $a \times m1 = b \times m2$ が成立するように選択することを特徴とする。

【0012】本発明(請求項4)は、請求項2において、現在割り当てられている網リソース量により前記フ

ローまたはフローの組xが被るサービス品質を $Q_x$ とし、前記フローまたはフローの組xがあらかじめ要求しているサービス品質を $R_x$ とし、網リソース量を増加させるフローまたはフローの組jに対する増加量を $c \times (R_j - Q_j)$ とし(cは均一値)、網リソース量を減少させるフローまたはフローの組kに対する減少量を $d \times (Q_k - R_k)$ とし(dは均一値)、前記網リソース量を増加させるフローまたはフローの組についての総和を $\Sigma_j$ とし、前記網リソース量を減少させるフローまたはフローの組についての総和を $\Sigma_k$ とした場合に、前記均一値cおよび前記均一値dを、 $c \times \Sigma_j (R_j - Q_j) = d \times \Sigma_k (Q_k - R_k)$ が成立するように選択することを特徴とする。

【0013】本発明(請求項5)は、通信情報が細分化された一包みの単位であるパケットを転送するパケット転送装置にて網リソースの割り当てを行う網リソース割り当て方法であって、パケット転送のために提供可能な網リソースを、各パケット内に記されているパケット識別子に基づき分類されるフローまたはフローの組毎に、該フローまたはフローの組に属するパケットを転送するために使用する所定量づつ論理的に割り当て、サービス品質を相対的な優劣を示す情報にて要求している各フローまたはフローの組のうち、現在割り当てられている網リソース量により被るサービス品質の優劣関係と、あらかじめ要求しているサービス品質の優劣関係との間に相違が生じているものが存在する場合には、あらかじめ要求しているサービス品質の優劣関係が成り立つように、該当するフローまたはフローの組に対する網リソース量の割り当てを変更することを特徴とする。

【0014】上記の各フローまたはフローの組に対する網リソース量の割り当ての変更は、動的に、例えば所定のタイミングで繰返し行うことが望ましい。本発明によれば、サービスレベルのように相対的なサービス品質を要求する各フローまたはフローの組に対し、夫々が要求するサービス品質を確実に満足させるようなパケット転送を提供することが可能となる。

【0015】本発明(請求項6)は、請求項5において、前記サービス品質としては、該サービス品質を要求する前記フローまたはフローの組が被るべきサービスのレベルを論理的に示す値が用いられるものであり、前記各フローまたはフローの組に対する網リソース量の変更は、各レベルに属する各フローまたはフローの組について現在割り当てられている網リソース量により被るサービス品質を求め、互いに異なるレベルに属する各フローまたはフローの組において、より優れたサービス品質を要求する第一のレベルに属するフローまたはフローの組が被るサービス品質のうち少なくとも一つの品質が、該第一のレベルよりも劣ったサービス品質を要求する第二のレベルに属するフローまたはフローの組のいずれかが被るサービス品質に比べ劣ったものである場合は、該第

一のレベルに属するフローまたはフローの組に対し割り当てられている網リソース量を増加し、該第二のレベルに属するフローまたはフローの組に対し割り当てられている網リソース量を減少するものであることを特徴とする。

【0016】本発明（請求項7）は、請求項6において、網リソース量を増加させる前記第一のレベルに属するフローまたはフローの組に対する増加量を該フローまたはフローの組全てにおいて均一値 $\alpha$ とし、網リソース量を減少させる前記第二のレベルに属するフローまたはフローの組に対する減少量を該フローまたはフローの組全てにおいて均一値 $\beta$ とし、網リソースを増加させるフローまたはフローの組の数を $n1$ とし、網リソースを減少させるフローまたはフローの組の数を $n2$ とした場合に、前記均一値 $\alpha$ および前記均一値 $\beta$ を、 $\alpha \times n1 = \beta \times n2$ が成立するように選択することを特徴とする。

【0017】本発明（請求項8）は、請求項6において、現在割り当てられている網リソース量により前記フローまたはフローの組 $x$ が被るサービス品質を $Qx$ とし、前記第一のレベルに属するフローまたはフローの組において被るサービス品質のうち最悪のサービス品質を $Q1min$ とし、前記第二のレベルに属するフローまたはフローの組において被るサービス品質のうち最良のサービス品質を $Q2max$ とし、網リソース量を増加させる前記第一のレベルに属するフローまたはフローの組 $s$ に対する増加量を $\gamma \times (Q2max - Qs)$ とし（ $\gamma$ は均一値）、網リソース量を減少させる前記第二のレベルに属するフローまたはフローの組 $t$ に対する減少量を $\delta \times (Qt - Q1min)$ とし（ $\delta$ は均一値）、網リソース量を増加させるフローまたはフローの組についての総和を $\Sigma_s$ とし、網リソース量を減少させるフローまたはフローの組についての総和を $\Sigma_t$ とした場合、前記均一値 $\gamma$ および前記均一値 $\delta$ を、 $\gamma \times \Sigma_s = \delta \times \Sigma_t$ （ $Q2max - Qs = \delta \times \Sigma_t$ （ $Qt - Q1min$ ））が成立するように選択することを特徴とする。

【0018】本発明（請求項9）は、通信情報が細分化された一包みの単位であるパケットの転送のために提供可能な網リソースを、各パケット内に記されているパケット識別子に基づき分類されるフローまたはフローの組毎に、該フローまたはフローの組に属するパケットを転送するために使用する所定量づつ論理的に割り当てる手段と、各フローまたはフローの組があらかじめ要求しているサービス品質もしくはその相対的な優劣関係を保持する手段と、該フローまたはフローの組について、現在割り当てられている網リソース量により該フローまたはフローの組が被るサービス品質もしくはその相対的な優劣関係が前記保持する手段の保持内容を満足するものであるか否かを監視する手段とを備え、前記割り当てる手段は、前記監視する手段の監視結果に基づいて網リソース量の割り当てを変更するものであることを特徴とする

網リソース割り当て装置。

【0019】上記の各フローまたはフローの組に対する網リソース量の割り当ての変更は、動的に、例えば所定のタイミングで繰返し行うことが望ましい。本発明によれば、サービス品質として転送速度あるいは最大／平均転送遅延等の絶対的な品質を用いる各フローまたはフローの組およびサービスレベルのように相対的なサービス品質を要求する各フローまたはフローの組に対し、夫々が要求するサービス品質を確実に満足させるようなパケット転送を提供することが可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら発明の実施の形態を説明する。本実施形態に係るパケット転送装置内に設けられるパケット転送部は、例えば図1に示すような構成を有する。複数のパケットフロー送出のスケジューリングを行うパケット転送部では、到着したパケットを該パケットの属するフロー毎に、論理的あるいは物理的に異なる待ち行列（キュー）151～15nにて一時保持し、転送処理部16では、各フローに対して割り当てられている「重み」をもとに、転送すべきパケットの属するフロー（待ち行列）を選択し、後に送出を行なう。

【0021】ここで、パケットとは、通信情報を転送する際に該情報を細分化した一包みの単位であり、例えばATM通信方式におけるセルと呼ばれる固定長パケットや、TCP、IP等のプロトコルにおいてフォーマット等があらかじめ定められている可変長パケットなどを示す。また、フローとは、前記パケット内に記されているパケット識別子が同一であるパケットの集合、または前もって規定した複数のパケット識別子のうちいずれかの識別子を持つパケットの集合を表し、ATM通信方式ではVPI／VCI（仮想パス／チャンネル識別子）、またIPパケットの場合、バージョンがIPv6であれば、フローラベルとソースアドレスの両値により、パケット識別子を一意に規定する。

【0022】転送処理部16では、各フローに与えられる網リソース量（パケット転送速度）が、あらかじめフローに対して割り当てられた重みの値に比例する値をとるよう、複数のフロー間でのパケット転送に関するスケジューリングを行う。なお、このスケジューリング機能は、例えばWFQ方式を採用することにより実現できる。

【0023】本実施形態にて用いる重み値としては、相当するフローに割り当てられる網リソース量を採用する方式、あるいは該フローが出力回線を使用できる割合を採用する方式などが考えられる。前者の場合、重み値の総和は出力回線が提供できる網リソース量となり、後者の場合、重み値の総和は1となる。

【0024】本実施形態のパケット転送部は、各フローに割り当てられる網リソース量を制御する重み値を動的

に変更する重み値制御部14を保持する。これは、各フロー毎の蓄積パケット数を監視するキュー監視部13内の情報と現在の重み値を元に、提供サービス品質監視部12において全てのフローに対して満足のいくサービスがなされているかを監視し、必要に応じて、任意のフローの重み値を動的に変更する。例えば、各フローが要求したパケット転送遅延、パケット転送速度等の要求サービス品質が満足に提供されていない場合、あるいはサービスレベルの優劣関係と、提供されているサービス品質の優劣関係が異なるフローの組が存在する場合に、重み値を変更する。

【0025】なお、詳しくは後述する様に、幾つかのフロー、例えば同一サービスレベルを要求する全てのフローについてはこれらを「フローの組」として扱い、フローの組毎に重み値を割り当ててパケット転送の制御を行うこともできる。

【0026】以下、本発明の実施形態をさらに詳細に説明する。なお、以下では、各フロー毎に重み値を割り当てるものとして説明する。図1に、本実施形態に係るパケット転送装置内に設けられるパケット転送部を示す。

【0027】本パケット転送部は、要求サービス品質保持部11、提供サービス品質監視部12、キュー監視部13、重み値制御部14、バッファ部151～15n、転送処理部16を備えている。

【0028】要求サービス品質保持部11は、各パケットフローに対する要求サービス品質を保持しておく。提供サービス品質監視部12は、本パケット転送部において各パケットフローに対して提供しているサービス品質を算出し、該サービス品質を要求サービス品質保持部11内にて保持されている要求サービス品質と比較する。

【0029】キュー監視部13は、各パケットフロー毎に蓄積パケット数を監視する。重み値制御部14は、各パケットフローに対して割り当てる転送速度（帯域）を決定する「重み値」を、提供サービス品質監視部12の指示に従い変更する。

【0030】バッファ部151～15nは、各々のパケットフローを収容する。転送処理部16は、バッファ部151～15n内の任意のパケットを抽出して転送する。

【0031】ここで従来においては図7に示すように、各フローからのサービス品質の要求を受けた要求サービス品質保持部111において、各フローに対して割り当てる重み値を固定的に決定するか、または要求サービス品質にもとづいた優先制御を行っている。これに対して、本実施形態では、この重み値を、各フローが要求したサービス品質と実際に被っているサービス品質との差分に基づき動的に変化させ、全てのフローに対し各フローが要求するサービス品質を確実に提供できるようにしている。

【0032】以下、本パケット転送部の構成および動作

についてさらに詳しく説明する。要求サービス品質保持部11は、例えば図2に示すような情報を保持している。要求サービス品質保持部11における保持情報として、パケットフローの識別子、該フローが要求するサービス品質の項目、および要求品質が少なくとも保持される。

【0033】パケットフローの識別子としては、サービス品質を要求するフローが一意に識別可能となるために必要な情報が用いられることが望ましい。例えば、ATM通信網を転送されるセルにおいては、該セルが属する仮想コネクションが保持する識別子（仮想パス識別子（VPI）、仮想チャネル識別子（VCI）、あるいはこれらの組）が前記識別子情報として用いられる。また、IPv6（インターネットプロトコルバージョン6）に従ったIPパケットフローにおいては、IPパケットのヘッダ内に記されているフローラベルとソースアドレスの組が前記識別子情報として用いられる。

【0034】要求サービス品質項目としては、パケットの転送速度（最大転送速度、平均転送速度、等）、パケットの転送遅延（最大転送遅延、平均転送遅延、等）、サービスレベル等があげられる。そして、上記の要求サービス品質項目と対応させるように、目標とすべきサービス品質が要求品質として記入される。

【0035】ここで、サービスレベルに関して説明する。サービスレベルは、IETF（Internet Engineering Task Force）にて議論されているPredictiveサービス（Predictive Quality of Service）またはControlled Delayサービス（Controlled Delay Quality of Service）において規定されているサービス品質項目の一つであり、論理的数値としてサービスレベルの程度が設定される。現在、上記の2種類のサービス品質においては、3種類のサービスレベル値が規定されており（レベル1、2、3）、サービスレベル値が小さいほど相対的に遅延が少ないとされている。

【0036】提供サービス品質管理部12は、任意のパケットフローに対して、キュー監視部13より通知されるキュー長、重み値制御部14より通知される重み値を元に、該パケットフローに属するパケットが被っているサービス品質を算出し、該サービス品質が要求サービス品質保持部11に記載されている要求サービス品質を満足するものであるか否かを判断し、サービス品質を改善（場合によっては改悪）する必要があると判断した場合は、重み値制御部14へその旨を通知する。

【0037】要求サービス品質項目として転送速度が指定されている場合、現在の転送速度値が要求転送速度値を下回っているパケットフローが存在すれば、該パケットフローに属するパケットの転送速度を増加させるよう重み値制御部14へ通知する。要求サービス品質項目として転送遅延が指定されている場合、現在の転送遅延値

が要求転送遅延値を上回っているパケットフローが存在すれば、該フローに属するパケットの転送遅延を減少させるよう重み値制御部14へ通知する。要求サービス品質項目としてサービスレベルが指定されている場合、各パケットフロー間で被っている転送遅延値を比較し、転送遅延値の大小関係とサービスレベルの大小関係とが一致しないパケットフローの組が存在すれば、転送遅延値の大小関係をサービスレベルの大小関係に従わせるよう、重み値制御部14へ通知する。なお、各パケットフローが被っているサービス品質と要求サービス品質との比較、または比較結果に基づいた重み値制御部14への変更の通知は、ある一定周期毎に行う方式、あるいは常に動作させる方式が考えられる。

【0038】キュー監視部13は、フロー毎の転送待ちパケット数を、バッファ部151～15nを監視することにより認識し、提供サービス品質監視部12へ通知する。重み値制御部14は、各々のパケットに対して割り当てられている重み値を保持しており、該重み値を提供サービス品質監視部12へ通知を行い、該提供サービス品質監視部12からの命令に従い、重み値を変更する。

【0039】次に、本実施形態にて用いる重み値と、該重み値の変更方法に関して説明する。この「重み値」は、現在被っている各フローのサービス品質に基づいて動的に変化させるものであり、これによって各フローから要求されたサービス品質をより確実に提供できるようにしている。

【0040】ここで、パケットフロー $i$  ( $1 \leq i \leq n$ ;  $n$ は転送処理部16がサービスを行うパケットフロー数)に割り当てられた重み値を $w_i$ と表記し、フロー $i$ に属するパケットはバッファ15iに蓄積されるものとする。

【0041】重み値 $w_i$ は、バッファ部151～15n内に蓄積されている全パケットに対して転送処理部16がフロー $i$ に属するパケットの転送を行う割合を表すものとする。つまり、重み値 $w_i$ は、以下の条件を満たすものとする。

$$0 \leq w_i \leq 1 \quad \text{かつ} \quad w_1 + w_2 + \dots + w_n \leq 1$$

なお、重み値 $w_i$ を、転送処理部16によりフロー $i$ が得ることのできる帯域として表記する方式も考えられる。

【0042】また、以下では、要求サービス品質 $R_i$ に対して現在被っているサービス品質 $Q_i$ が満足のいかないことを、 $Q_i < R_i$ と表記する。また、現在被っているサービス品質 $Q_k$ が要求サービス品質 $R_k$ よりもさらに良質のサービスを受けている場合、 $Q_k > R_k$ と表記する。

【0043】図3に、上記の「重み値」に従って転送処理部16がパケット転送を行った場合の動作例を示す。図3では、 $n=4$ 、 $w_1=0.5$ 、 $w_2=0.25$ 、 $w_3=w_4=0.125$ としている。図3に示したパケッ

トの到着例に従うと、フロー1に属するパケットの転送間隔が $a$ であった場合、フロー2に属するパケットの転送間隔は $2a$ 、フロー3やフロー4に属するパケットの転送間隔は $4a$ となる。

【0044】図4に、サービス品質として転送速度、最大/平均転送遅延等の絶対的な品質が用いられる場合のパケット転送部の動作をフローチャートにて示す。本パケット転送部では、まず、該パケット転送部にて転送サービスを行っている全てのフローに対して、現在被っているサービス品質 $Q_i$ を算出する(ステップS51)。

【0045】サービス品質 $Q_i$ は、重み値制御部14にて保持している重み値 $w_i$ およびキュー監視部13にて得られている各キュー内の蓄積パケット数 $L_i$ を元にして、提供サービス品質監視部12において算出する。例えば、以下のような計算に従い、サービス品質を算出する。

$$\text{フロー}i\text{の転送速度} = (\text{転送処理部でのセル転送速度}) \times (\text{重み値}w_i)$$

$$\text{フロー}i\text{の転送遅延} = (\text{蓄積パケット数}L_i) \div (\text{フロー}i\text{の転送速度})$$

次に、上記のようにして算出したサービス品質 $Q_i$ と、要求サービス品質保持部11にて記録されている要求サービス品質 $R_i$ とを、提供サービス品質監視部12にて比較する(ステップS52)。このとき、要求サービス品質 $R_i$ に対して、現在被っているサービス品質 $Q_i$ が満足のいかないフロー $i$ が存在する場合は(ステップS53)、重み値 $w_i$ の再配分を行う(ステップS54)。

【0046】ここで、重み値の再配分の対象となるフローの一例として、

(1)  $Q_j < R_j$ なるフロー $j$

(2)  $Q_k > R_k$ なるフロー $k$

の2種類のフローが考えられる。

【0047】重み値の再配分の方針としては、上記

(1)に属するフローの重み値 $w_j$ を増加させ、上記

(2)に属するフローの重み値 $w_k$ を減少させる方針が望ましいと考えられる。これにより、過剰にサービスを受けているフロー(上記(2)に属するフロー)へ割り当てられている網リソースを、要求品質を満たしていないフロー(上記(1)に属するフロー)へ割り当てることとなり、上記(1)に属するフローが被るサービス品質の向上が期待できる。

【0048】その際の重み値の変更方法としては、上記(1)に属するフローの重み値 $w_j$ の増加量 $a$ を前記フロー全てに対して均一に設定し、上記(2)に属するフローの重み値 $w_k$ の減少量 $b$ を前記フロー全てに対して均一に設定する手法が考えられる。なお、上記(1)に属するフロー数を $n_1$ 、上記(2)に属するフロー数を $n_2$ とした場合、

$$a \times n_1 = b \times n_2$$

が成立するような $a$ 値および $b$ 値を設定することが望ましい。

【0049】あるいは、上記(1)に属するフロー $j$ の重み値 $w_j$ の増加量を $c \times (R_j - Q_j)$ 、上記(2)に属するフロー $k$ の重み値 $w_k$ の減少量を $d \times (Q_k - R_k)$ と設定する手法も考えられる。この場合、 $c \sum_j (R_j - Q_j) = d \sum_k (Q_k - R_k)$ が成立するような $c$ 値および $d$ 値を設定することが望ましい。ここで、 $\sum_j$ は、網リソース量を増加させるフローについての総和を、 $\sum_k$ は、網リソース量を減少させるフローについての総和を表している。

【0050】上記の手順に従って重み値の再配分が終了すれば、一定時間の経過を待ち(ステップS55)、その時点で実際に被っているサービス品質 $Q_i$ と要求サービス品質 $R_i$ との比較および必要な重み値の再配分を繰り返す。

【0051】なお、パケット転送開始時における、各フロー $i$ に対する重み値 $w_i$ の配分は、該フローが要求するサービス品質の大小関係と等価な関係が重み値に対しても成立するように行なわれるのが望ましい。

【0052】以上の制御において、要求サービス品質 $R_i$ と現在被っているサービス品質 $Q_i$ との差分が予め規定した値以下であるフローについては、重み値の再配分の対象から除外するようにしても良い。

【0053】次に、図5に、サービス品質としてサービスレベルのような相対的な品質が用いられる場合のパケット転送部の動作をフローチャートにて示す。本パケット転送部では、該パケット転送部にて転送サービスを行っている全てのフローに対して、現在被っているサービス品質 $Q_i$ を算出する(ステップS61)。

【0054】次に、各サービスレベル $l$ 毎に、上記のようにして算出したサービス品質 $Q_i$ の最小値 $Q_{lmin}$ および最大値 $Q_{lmax}$ を求める(ステップS62)。このとき、サービスレベル $l$ 、 $l+1$ に対して、 $Q_{lmin} < Q_{(l+1)max}$

という関係を満たす(サービスレベル $l$ における最悪のサービス品質が、サービスレベル $l+1$ における最良のサービス品質より劣っている)サービスレベル $l$ 、 $l+1$ が存在するか否かを、提供サービス品質監視部12において監視し(ステップS63)、上記関係が成り立つサービスレベル $l$ 、 $l+1$ に対しては、これらのサービスレベルに属するフローに対する重み値 $w_i$ の再配分を行う(ステップS64)。

【0055】重み値の再配分の方針としては、例えばサービスレベル $l$ に属するフローに対しては、 $Q_{(l+1)max}$ を下回るサービス品質を被るフロー $s$ の重み値 $w_s$ を増加させ、サービスレベル $l+1$ に属するフローに対しては、 $Q_{lmin}$ を上回るサービス品質を被るフロー $t$ の重み値 $w_t$ を減少させる方針が望ましいと考えられる。この変更方針は、

$$Q_{lmin} > Q_{(l+1)max}$$

なる関係、すなわちサービスレベル $l$ 、 $l+1$ の間にて成り立つべき正しいサービス品質の優劣関係を成立させるような変更を目指したものである。

【0056】その際の重み値の変更方法としては、サービスレベル $l$ に属するフローのうち、サービス品質が $Q_{(l+1)max}$ を下回るフロー(フロー数を $n(l)$ とする)の重み値 $w_s$ の増加量 $\alpha$ を前記フロー全てに対して均一に設定し、サービスレベル $l+1$ に属するフローのうち、サービス品質が $Q_{lmin}$ を上回るフロー(フロー数を $n(l+1)$ とする)の重み値 $w_t$ の減少量 $\beta$ を前記フロー全てに対して均一に設定する手法が考えられる。なお、

$$\alpha \times n(l) = \beta \times n(l+1)$$

が成立するような $\alpha$ 値および $\beta$ 値を設定することが望ましい。

【0057】あるいは、サービスレベル $l$ に属するフローのうち、サービス品質が $Q_{(l+1)max}$ を下回るフロー $s$ が被っているサービス品質を $Q_s$ とした場合、フロー $s$ の重み値 $w_s$ の増加量を $\gamma(Q_{(l+1)max} - Q_s)$ 、サービスレベル $l+1$ に属するフローのうち、サービス品質が $Q_{lmin}$ を上回るフロー $t$ が被っているサービス品質を $Q_t$ とした場合、フロー $t$ の重み値 $w_t$ の減少量を $\delta(Q_t - Q_{lmin})$ と設定する手法も考えられる。この場合、 $\gamma \sum_s (Q_{(l+1)max} - Q_s) = \delta \sum_t (Q_t - Q_{lmin})$

が成立するような $\gamma$ 、 $\delta$ 値を設定することが望ましい。ここで、 $\sum_s$ は、網リソース量を増加させるフローについての総和を、 $\sum_t$ は、網リソース量を減少させるフローについての総和を表している。

【0058】上記のような手順に従って重み値の再配分が終了すれば、一定時間の経過を待ち(ステップS65)、その時点でのサービスレベル間での優劣関係の比較および必要な重み値の再配分を繰り返す。

【0059】なお、パケット転送開始時における、各フロー $i$ に対する重み値 $w_i$ の配分は、異なるサービスレベルを要求するフロー間では、より品質の厳しいサービスレベルを要求するフローに対する重み値の方が大きくなるように行なわれるのが望ましい。

【0060】ここで示した相対的な品質が用いられる場合のパケット転送方式を提供するためには、各々のサービスレベルにおいて、該レベルを要求するフロー間でのサービス品質の大小関係を保持および更新する手段が必要となる。例えば、提供サービス品質監視部12にて、図6に示すようなフローとサービス品質との対応表を各サービスレベル毎に用意する手段が考えられる。前記対応表は、あるサービスレベルに属するフロー識別子 $F_n$ と、該フローが現在被っているサービス品質 $Q_n$ を、 $Q_n$ の大小関係に従い順序づけを行い、保持してい



る。図6の例では、最も良い品質を被っているフローに関する情報がランク1に、そしてn番目に良い品質を被っているフローに関する情報がランクnに記入されるような構成を採用している。

【0061】本対応表は、一定周期毎にあるいは本対応表に記入されているフローに属するパケットを収容するバッファ部内のパケット数に変化が生じる度に、その時点での各フローが被っているサービス品質をもとに更新される。例えば、図6に示すように、フローF<sub>n</sub>のサービス品質がQ<sub>n</sub>からQ<sub>n'</sub>に変更した場合を考える。このとき、変更後のQ<sub>n'</sub>と、その上下のランクに記入されているフローのサービス品質Q<sub>n-1</sub>、Q<sub>n+1</sub>との大小関係のみを比較する。その際に、ランクに矛盾したサービス品質の大小関係が成り立っている場合には、該当するフローに関する情報を記入する位置を入れ替える。上記手順を繰り返して、ランクに矛盾したサービス品質の大小関係が成り立たなくなれば、本表の更新を終了する。図6の例では、Q<sub>n'</sub> > Q<sub>n-1</sub> が成立するので、ランクnにはフローF<sub>n-1</sub>に関する情報を、ランクn-1にはフローF<sub>n</sub>に関する情報を記入するように入れ替え、続けてランクn-2に記入されているフローのサービス品質をQ'との大小関係を比較し、最終的にはフローF<sub>n</sub>に関する情報はランクmに記入されたことを示している。

【0062】なお、異なるサービスレベルへの変更を要求するフローが生じた場合を想定して、任意のサービスレベルに属する対応表より指定されたフローに関する情報を抜き取る機能、そして変更後のサービスレベルに属する対応表内へ前記の抜き取ったフロー情報を挿入する機能が提供サービス品質監視部12にて用意されることが望ましい。

【0063】図6に示した対応表を用いることにより、該サービスレベルにて被るサービス品質の最大値、最小値の抽出が、ランク1、ランクN（Nは該サービスレベルに属するフロー数を表す）に記されているサービス品質を各々抽出することにより得られるため、容易である。また、フロー間のサービス品質の大小関係の更新も、隣接するランクのフローに関するサービス品質との比較を繰り返して行うことにより行えるので、より高速な更新が可能となる。

【0064】なお、図4を参照しながら説明したサービス品質として転送速度、最大/平均転送遅延等の絶対的な品質が用いられる場合の構成と、図5に参照しながら説明したサービス品質としてサービスレベルのような相対的な品質が用いられる場合の構成とは、独立実施可能であり、また併用しても実施可能である。

【0065】以上では、各フロー毎に重み値を割り当てるパケット転送部の実施形態について説明したが、幾つかのフローについてはこれらを「フローの組」として扱い、フローまたはフローの組毎に重み値を割り当ててパ

ケット転送の制御を行うパケット転送部にも、本発明は適用可能である。

【0066】図8は、同一サービスレベルを要求する全てのフローを一つの「フローの組」として扱い、これらのフローについては「フローの組」毎に重み値を割り当ててパケット転送の制御を行うようにしたパケット転送部の一例である。

【0067】図8のパケット転送部の各部分の動作は、基本的には図1の対応する部分と同様である。図8において、バッファ部151、15mは、それぞれ1つのパケットフローを収容し、各フローに網リソースを割り当てる点は、図1の実施形態と同様である。これに対して、バッファ部152はサービスレベル1を要求する全てのフローを、バッファ部153はサービスレベル2を要求する全てのフローを、バッファ部154はサービスレベル3を要求する全てのフローをそれぞれ収容しており、これらのフローに対しては、フロー毎に網リソースを割り当てるのではなく、フローの組毎に網リソースを割り当てる。従って、これらのフローについては、図4や図5の手順は、フローの組について行われる。

【0068】そして前述したように、各フローまたはフローの組に割り当てられる網リソース量を制御する「重み値」を、各フローまたはフローの組が要求したサービス品質と実際に被っているサービス品質との差分に基づき動的に変化させることにより、全てのフローまたはフローの組に対し各フローまたはフローの組が要求するサービス品質を確実に提供することができる。本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、その技術的範囲において種々変形して実施することができる。

【0069】

【発明の効果】本発明によれば、各フローまたはフローの組が被っているサービス品質を監視し、要求サービスを満足しないフローまたはフローの組が存在する場合は、現在被っているサービス品質と要求サービス品質との差分を減少させるように各フローまたはフローの組に割り当てる網リソース量を動的に変化させることにより、要求サービス品質を確実に満足させるようなパケット転送の実現が可能となる。

【0070】また、本発明によれば、サービスレベルのように相対的なサービス品質を要求するパケットフローまたはフローの組に対しても、サービスレベル間の優劣関係と実際に被っているサービス品質の優劣関係が等価となるような網リソースの割り当てを動的に行うことにより、要求されたサービスレベルを確実に満足させるようなパケット転送の実現が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るパケット転送部の一例を示す図

【図2】要求サービス品質保持部にて保持する情報の一例を示す図

【図3】重み値を用いたパケット転送の動作例を示す図

【図4】サービス品質の監視、重み値の変更手順を示すフローチャート

【図5】サービス品質の監視、重み値の変更手順を示す他のフローチャート

【図6】各サービスレベル毎に用意されるフローとサービス品質との対応表の一例を示す図

【図7】従来のパケット転送方式の実施の一例を示す図

【図8】本発明の実施の形態に係るパケット転送部の他の

の例を示す図

【符号の説明】

11…要求サービス品質保持部

12…提供サービス品質監視部

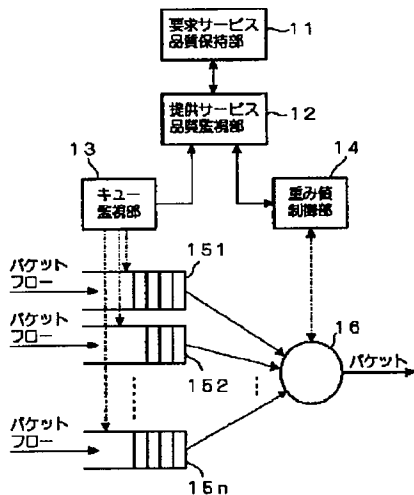
13…キュー監視部

14…重み値制御部

151, 152, 153, 154, 15n, 15m…バッファ部

16…転送処理部

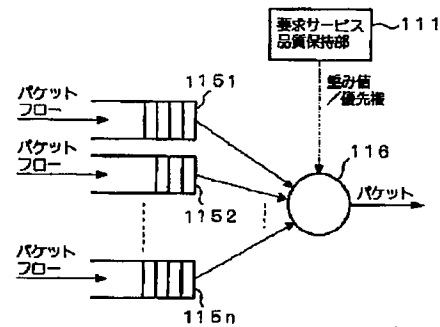
【図1】



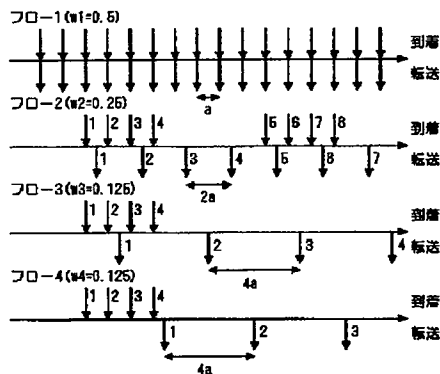
【図2】

識別子	要求項目	要求品質
# 1	転送速度	10Mb/s
# 2	転送遅延	0.1ms
# 3	サービスレベル	レベル 1
# 4	転送速度	5Mb/s
# 5	サービスレベル	レベル 2

【図7】



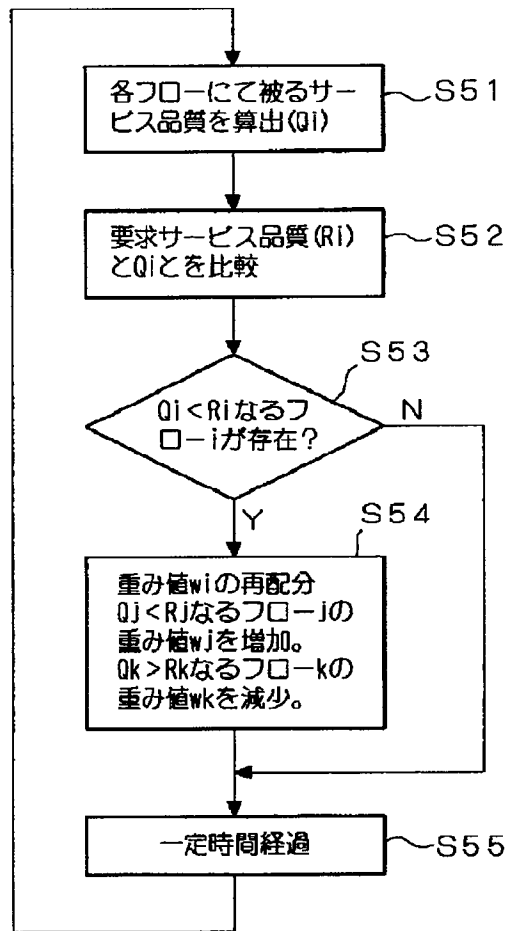
【図3】



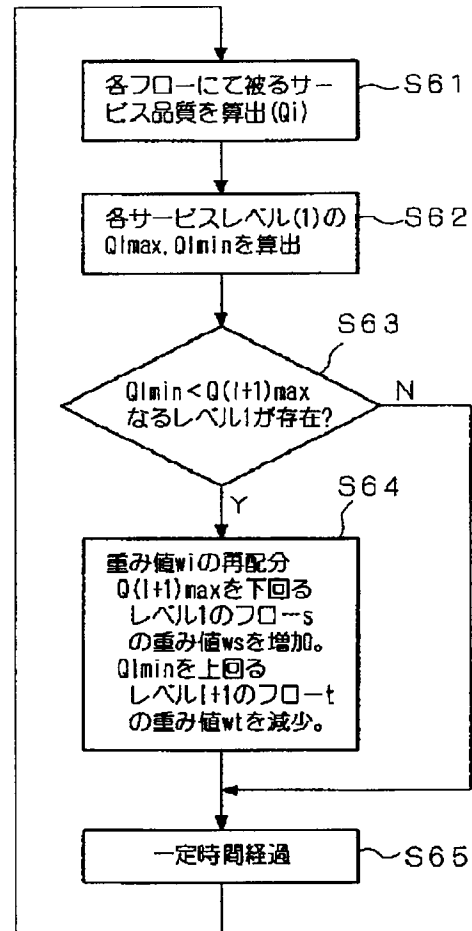
【図6】

ランク	フロー	サービス品質
1	F1	Q1
2	F2	Q2
	Fn	Qn
n-1	Fn-1	Qn-1
n	Fn	Qn-Qn*
n+1	Fn+1	Qn+1
n-1	Fn-1	Qn-1
n	Fn	Qn

【図4】



【図5】



【図8】

